Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Stuttgart 24. Oktober 1961 Nr. 77

Untersuchungen über Körperproportionierung bei *Cerambyx scopolii* Fuessl. und *Cerambyx cerdo* L. (Col., Ceramb.)

Von Karl Wilhelm Harde, Stuttgart

Inhaltsübersicht

A. Einleitung

In zwei Studien über allometrische Proportionsverschiebungen bei Cerambyciden (Harde 1954 und 1957)* habe ich bereits versucht, Tatsachen zusammenzutragen, die weitere Schlüsse über Fragen der innerartlichen und zwischenartlichen Formbildung zulassen. Es wird heute häufig Kritik daran geübt, daß interspezifische Befunde leichtfertig auf intraspezifische Erscheinungen zurückgeführt werden; zum Teil sind diese Bedenken durchaus berechtigt, zumal gleichlaufenden Allometrien bei verwandten Arten zumeist zahlreiche, sich nicht entsprechende Allometrien gegenüberstehen. Andererseits sind aber gleichlaufende Allometrien zu zahlreich, als daß man sie mit Zufallserscheinungen erklären könnte.

Die weiteren Forschungen über das Problem der Morphogenese müssen einmal nach Faktoren suchen, die eine Änderung der Allometrien bewirken können, zum anderen sollte nicht versäumt werden, die gesamten Formveränderungen zu berücksichtigen, um die Folgen von Größenunterschieden (innerartlich und zwischenartlich) gegenüber arttypischen Besonderheiten erkennen zu können. Bei meinen Untersuchungen an Käfern habe ich daher besonderen Wert darauf gelegt, durch möglichst viele Maße einen Überblick über die Verhältnisse am Gesamtkörper zu erhalten.

---

* K. W. Harde, 1954: Korrelationen und Materialkompensation bei Cerambyciden. (Untersuchungen an *Harpium mordax* Deg., *Harpium sycophanta* Schrnk., *Harpium inquisitor* L. und *Rhagium bifasciatum* Fbr.) Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 42, 692—718.

K. W. Harde, 1957: Die Verschiedenheiten der Körperproportionierung bei *Acanthocinus aedilis* L. (Col., Ceramb.). Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 46, 293—320.

Weiterhin erscheint es mir wichtig, gerade solche Einzelindividuen näher zu prüfen, die innerhalb ihrer Art besondere Abweichungen von der artspezifischen Proportionierung zeigen; denn die ermittelten Werte der einzelnen Tiere streuen zum Teil recht erheblich um die errechnete Allometriegerade.

Ich halte es daher nicht für zwecklos, meine Untersuchungen an den beiden *Cerambyx*-Arten, *Cerambyx cerdo* L. und *Cerambyx scopolii* Fuessl., zu veröffentlichen, da über Allometrien bei Coleopteren bisher nur wenige Untersuchungen vorliegen (siehe Harde 1957). Diese beiden nahe verwandten Arten waren für derartige Studien besonders günstig, da die eine *(cerdo)* grobmorphologisch als doppelt große „Ausgabe" der kleinen *(scopolii)* erscheint.

B. Material

Zu den Untersuchungen standen mir 156 *Cerambyx cerdo* (79 ♂♂, 77 ♀♀) und 335 *Cerambyx scopolii* (172 ♂♂, 163 ♀♀) zur Verfügung. Von jedem dieser Tiere wurden gemessen: Elytrenlänge, Elytrenbreite, Thoraxlänge, Thoraxbreite, jedes Glied beider Fühler sowie Femur-, Tibia- und Tarsuslänge aller Beine (über Methodik siehe Harde 1954 und 1957).

Die Hauptmenge der gemessenen Tiere stammt aus der Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart, ein Teil auch aus dem Senckenberg-Museum zu Frankfurt und der Zoologischen Staatssammlung zu München. Für die freundliche Bereitstellung des Materials danke ich Fräulein Dr. E. Franz und Herrn Dr. H. Freude verbindlichst.

C. Eigene Untersuchungen

I. Die Proportionsunterschiede der verschiedenen Körperteile bei den ♂♂ von *Cerambyx cerdo* und *Cerambyx scopolii*

In der Tab. 1 sind die absoluten Werte der ausgemessenen Körperabschnitte bei den Männchen der beiden untersuchten Arten zusammengestellt. Die Tabellenwerte wurden (Abb. 1) in ein doppelt logarithmisches Koordinatensystem eingetragen; dies erlaubt eine schnelle Orientierung über die Allometrien.

Tabelle 1. Die absoluten Werte der ausgemessenen Körperabschnitte bei den Männchen der untersuchten Arten (in mm).

A. *Cerambyx scopolii*

(Jeweils Durchschnitte von 14—18 Individuen, nach der Elytrenlänge geordnet.)

Elytrenlänge	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite	Vorderbeinlänge	Mittelbeinlänge	Hinterbeinlänge	Fühlerlänge
1	2	3	4	5	6	7	8
12,6	4,8	3,6	4,2	12,0	13,4	17,0	25,9
13,4	5,1	3,8	4,5	12,7	14,6	18,4	28,8
13,8	5,3	3,9	4,7	12,9	14,7	18,8	29,3
14,0	5,4	4,0	4,7	13,5	15,2	19,4	30,4
14,6	5,7	4,1	5,0	14,1	15,6	20,1	32,7
15,0	5,9	4,1	5,1	14,5	16,1	20,4	33,5
15,1	5,9	4,2	5,2	14,7	16,5	20,7	34,3
15,7	6,0	4,2	5,3	14,8	16,9	21,3	34,8
16,0	6,3	4,5	5,6	15,1	17,6	22,0	36,5
16,4	6,4	4,6	5,7	15,4	17,9	22,7	38,4
17,5	6,9	5,0	6,0	16,8	19,1	24,1	41,4
Durchschnitt							
14,9	5,8	4,2	5,1	14,2	16,1	20,4	33,3

B. *Cerambyx cerdo*
(Jeweils Durchschnitte von 10 Individuen, nach der Elytrenlänge geordnet.)

Elytrenlänge	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite	Vorderbeinlänge	Mittelbeinlänge	Hinterbeinlänge	Fühlerlänge
1	2	3	4	5	6	7	8
23,75	9,53	6,34	8,33	23,73	27,47	32,34	58,16
26,46	10,68	7,21	9,42	26,44	30,96	36,51	66,82
28,26	11,34	7,79	10,08	28,93	34,13	39,92	74,39
29,73	12,16	7,73	10,57	30,07	35,18	41,19	79,47
30,78	12,43	8,06	10,65	31,09	36,31	42,68	83,23
31,30	12,86	8,24	11,24	31,30	36,54	42,94	84,46
32,21	13,01	8,42	11,23	32,54	37,87	44,39	88,32
33,22	13,47	8,80	11,77	33,60	39,47	46,02	92,61
Durchschnitt							
29,46	11,94	7,82	10,41	29,71	34,74	40,75	78,43

Wie bei den meisten Cerambyciden ist die absolute Größe der Tiere bei beiden Arten recht verschieden (entsprechend den beiden vorausgegangenen Arbeiten ist auch hier wieder die Elytrenlänge als Maß für die Körpergröße gewählt worden). In den Tabellenweiten (zusammengefaßte Größengruppen) variiert *Cerambyx scopolii* von 12,6 bis 17,5 mm (Differenz nahezu 5 mm). Die individuellen Größenunterschiede betrugen bei dem untersuchten Material: kleinstes Tier Elytrenlänge 11,9 mm, größtes Tier 18,8 mm (Differenz nahezu 7 mm). Wesentlich größer sind die Unterschiede bei *Cerambyx cerdo:* in der Tabelle 23,75 bis 33,22 mm (Differenz nahezu 9,5 mm, also fast das Doppelte wie bei *scopolii*), individuell 22,1 bis 34,2 mm (Differenz etwa 12 mm).

Es bestehen nun zwischen den beiden Arten deutliche Unterschiede in der Verteilung der Größengruppen. Dies geht aus der Tabelle insofern hervor, als die jeweils unten angegebenen Durchschnittswerte bei *Cerambyx scopolii* etwa der mittleren Größe der einzelnen Gruppen (Elytrenlänge 15,0 mm) entsprechen, bei *Cerambyx cerdo* fügt sich der Durchschnittswert aber zwischen der 3. und 4. Größengruppe ein (Ausnahme nur Thoraxlänge), d. h. er ist hier nach vorn, zu den kleineren Tieren hin, verschoben. Diese Erscheinung beruht darauf, daß die Verteilung der absoluten Größe der Tiere bei *Cerambyx scopolii* einer regelmäßigen binominalen Normalverteilungskurve (Gausssche Glockenkurve) entspricht, bei *Cerambyx cerdo* dagegen einer „schiefen Verteilung" (Poissonsche Kurve), deren Gipfel bei den größeren Tieren liegt. Bei der größeren Art gibt es also mehr „Zwergmännchen", offenbar infolge schlechter Larvenernährung.

Tabelle und Abbildung zeigen, daß alle Körperteile in enger Korrelation zur Elytrenlänge stehen. Die graphisch ermittelten Korrelationskoeffizienten sind:

	Cerambyx scopolii		*Cerambyx cerdo*	
Elytrenbreite	$\alpha = 1{,}07$	AW 47,0°	$\alpha = 1{,}07$	AW 47,0°
Thoraxbreite	$\alpha = 1{,}04$	AW 46,0°	$\alpha = 1{,}04$	AW 46,0°
Thoraxlänge	$\alpha = 0{,}93$	AW 43,0°	$\alpha = 0{,}93$	AW 43,0°
Vorderbeinlänge	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°
Mittelbeinlänge	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°
Hinterbeinlänge	$\alpha = 1{,}02$	AW 45,5°	$\alpha = 1{,}02$	AW 45,5°
Fühlerlänge	$\alpha = 1{,}26$	AW 51,5°	$\alpha = 1{,}26$	AW 51,5°

(AW = Anstiegswinkel der Allometriegeraden)

Auffallend ist, daß die allometrische Größenzunahme der Körperteile bei beiden Arten identisch ist. Die Thoraxlänge nimmt als einziger der ausgemessenen Körperteile negativ allometrisch zu, größere Tiere werden also im ganzen relativ kürzer und breiter. Die gleiche Erscheinung konnte (Harde 1957) bei den Weibchen von *Acantho-*

cinus aedilis nachgewiesen werden, bei den Männchen dieser Art waren dagegen nur positiv allometrische Zunahmen feststellbar. Bei der Vorderbein- und Mittelbeinlänge der beiden *Cerambyx*-Arten liegt Isometrie vor, die Hinterbeinlänge ist leicht positiv allometrisch. Letzteres ist dann auch für die Thoraxbreite, für die Elytrenbreite und vor allen Dingen für die Fühlerlänge ersichtlich, letztere wachsen deutlich positiv allometrisch.

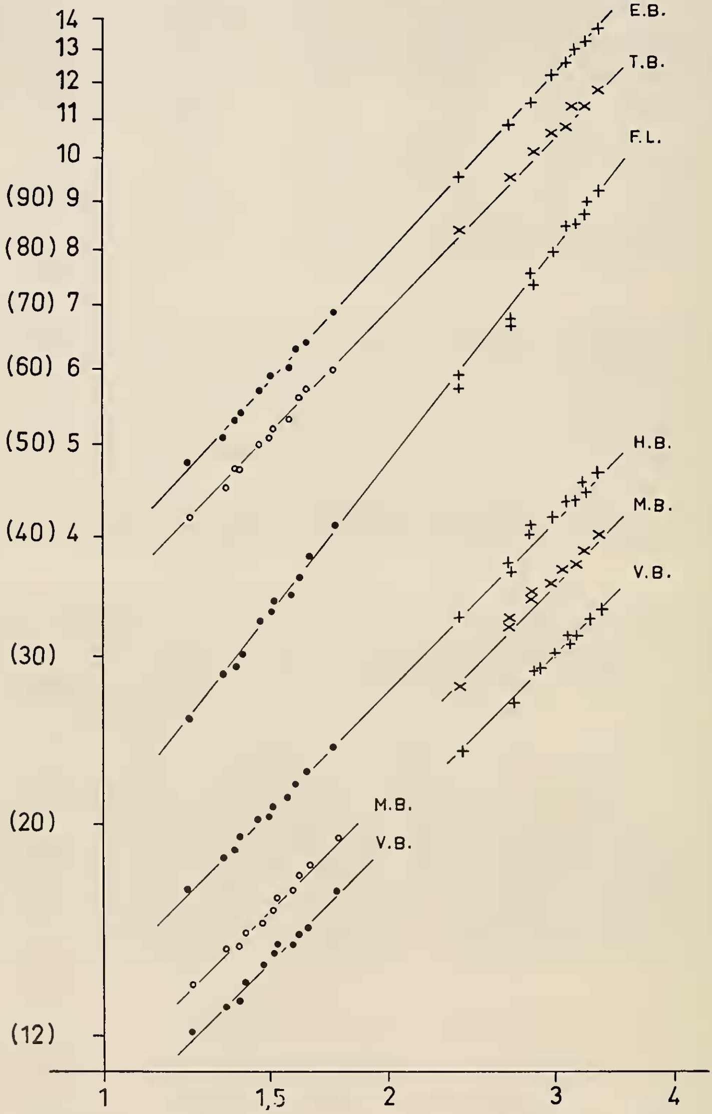


Abb. 1. Die verschiedenen Körperteile der ♂♂ von *Cerambyx scopolii* (links) und *Cerambyx cerdo* (rechts) als Funktion der Elytrenlänge aufgetragen.

E.B. Elytrenbreite F.L. Fühlerlänge M.B. Mittelbeinlänge
T.B. Thoraxbreite H.B. Hinterbeinlänge V.B. Vorderbeinlänge
Abszisse: absolute Elytrenlänge in Millimeter.
Ordinate: absolute Länge der Körperteile in Millimeter.
Die eingeklammerten Werte gelten für Beine und Fühler.
Logarithmische Koordinaten.

In einer ganzen Reihe von Fällen ist nachgewiesen worden, daß positive Allometrie bei den größten Varianten innerhalb einer Art nicht linear fortgesetzt wird, sondern daß solche Organe dann unter der theoretisch zu erwartenden Größe bleiben, als Beispiel seien die Fühler von *Acanthocinus aedilis* (HARDE 1957) erwähnt. Diese Erscheinung tritt weder bei *Cerambyx scopolii* noch bei *Cerambyx cerdo* auf (siehe Abb.). Bei beiden Arten verläuft die Kurve linear bis zu den größten Tieren. Auch eine Prüfung der Einzelindividuen ergab keine Änderung der Allometrie. Bei *Acanthocinus* wies ich darauf hin, daß diese eigenartige Erscheinung am zwanglosesten durch Materialmangel bzw. -entzug erklärbar ist. Diese Ansicht wird durch die Befunde an den beiden *Cerambyx*-Arten nicht widerlegt, vielmehr war eine Bestätigung derselben zu erwarten, wenn man folgendes berücksichtigt:

1. die Fühler der Männchen beider *Cerambyx*-Arten sind zwar recht lang (bei *scopolii* etwa 2- bis 2,5mal so lang wie die Elytren, bei *cerdo* sogar 2,5- bis fast 3mal so lang wie die Elytren), bei den *Acanthocinus*-Männchen erreichen sie aber das 5fache der Elytrenlänge.
2. Das positiv allometrische Wachstum der männlichen *Acanthocinus*-Fühler ist erheblich stärker als das der *Cerambyx*-Arten (bei *Acanthocinus:* $\alpha = 2{,}48$, bei *Cerambyx:* $\alpha = 1{,}26$).

Allein diese beiden Punkte zeigen, daß die Materialversorgung während der Ausbildung der extrem langen Fühler bei *Acanthocinus* erheblich schwieriger sein muß.

Die Abbildung zeigt uns noch etwas sehr deutlich: Die Werte für die Elytrenbreite, Thoraxbreite, Fühlerlänge und Hinterbeinlänge beider *Cerambyx*-Arten liegen auf einer Geraden (ebenso ist es bei der Thoraxlänge, die nicht mit eingezeichnet ist, da sie infolge Überlagerung der Einzelwerte das Bild verwirren würde), d. h. die Ausbildung dieser Organe ist rein größenabhängig. Diese interspezifische Fortsetzung der Allometrien bedeutet also, daß die Proportionen der meisten Körperteile von *Cerambyx cerdo* schon in den Wachstumsgradienten von *Cerambyx scopolii* enthalten sind. Nur Vorder- und Mittelbein verhalten sich anders; der Allometriekoeffizient ist hier zwar auch bei beiden Arten der gleiche, die Allometriegeraden sind jedoch gegeneinander versetzt.

Es ist vielfach darauf hingewiesen worden, daß derartige „Transpositionen" durch „notwendige" funktionelle Adaptationen zu erklären sind. Diese Frage möchte ich hier nicht diskutieren, weise nur darauf hin, daß solche Umkonstruktionen innerartlich, nämlich zwischen den Geschlechtern, oft erheblich stärker sind als zwischenartlich, zwischen gleichen Geschlechtern nahe verwandter Arten.

Nach der Abbildung, in der die Durchschnittswerte jeweils mehrerer Individuen eingetragen sind, erscheinen die Korrelationen sehr eng, d. h. die Werte liegen nahe an den Allometriegeraden. Durch die Zusammenfassung der Werte der einzelnen Tiere wird aber die recht große individuelle Variabilität überdeckt. Zwei Beispiele für die Fühlerlängen bei beiden Arten machen diese individuellen Unterschiede deutlich:

Cerambyx scopolii:

Fühlerlänge 30,5 mm
36,3 mm } bei 15,0 mm Elytrenlänge

oder

Fühlerlänge 35,9 mm
39,9 mm } bei 16,2 mm Elytrenlänge

Die Fühlerlängendifferenzen betragen in diesen beiden Fällen bei gleicher Elytrenlänge also 5,8 bzw. 4,0 mm.

Cerambyx cerdo:

Fühlerlänge 67,2 mm / 83,3 mm } bei 29,9 mm Elytrenlänge

oder

Fühlerlänge 80,3 mm / 93,2 mm } bei 32,2 mm Elytrenlänge

Hier, bei der größeren Art, sind die Fühlerlängendifferenzen bei gleicher Elytrenlänge mit 16,1 bzw. 12,9 mm noch erheblich größer als bei der kleineren Art *scopolii.*

Wie bei meinen Untersuchungen an *Acanthocinus aedilis* zeigt sich also auch hier wieder, daß die individuelle Ausbildung der Fühlerlänge nicht nur durch die Körpergröße (bzw. Elytrenlänge) bestimmt wird. Bei den Männchen von *Acanthocinus,* deren Elytrenlänge erheblich unter der von *Cerambyx scopolii* liegt, während die absolute Fühlerlänge derjenigen von *cerdo* nahekommt, waren die individuellen Unterschiede noch erheblich größer, die Differenzen betrugen in Extremfällen 23,4 bzw. 25,8 mm! Bei meinen Untersuchungen an *Acanthocinus aedilis* ergaben sich Hinweise darauf, daß individuelle Abweichungen von der arttypischen Allometrie teilweise auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sind. Das mir zur Verfügung stehende *Cerambyx*-Material erlaubte leider keine Auswertung in dieser Richtung.

II. Die Proportionsunterschiede der verschiedenen Körperteile bei den ♀♀ von *Cerambyx cerdo* und *Cerambyx scopolii*

In der Tab. 2 und in der Abb. 2 sind die absoluten Werte der ausgemessenen Körperabschnitte bei den Weibchen der beiden untersuchten Arten in gleicher Weise wie bei den Männchen dargestellt. Vergleicht man die Durchschnittswerte miteinander, dann sieht man deutlich, daß die Weibchen etwas größer sind als die Männchen, d. h. die durchschnittliche Elytrenlänge der beiden Arten ist bei der ersteren etwas größer. Natürlich überschneiden sich die Werte stark. Bei *Cerambyx scopolii* ist weiterhin auch die Elytrenbreite, Thoraxlänge, Thoraxbreite und Vorderbeinlänge im Durchschnitt bei den Weibchen größer als bei den Männchen. Mittelbein- und Hinterbeinlänge differieren im Durchschnitt nicht, allein die Fühlerlänge ist bei den Weibchen erheblich geringer als bei den Männchen. In diesem Maß erfolgt auch keine Überschneidung der einzelnen Werte und damit hat man hierin — wie allgemein bekannt — eine gute Unterscheidungsmöglichkeit der Geschlechter.

Etwas anders verhält sich *Cerambyx cerdo.* Die Weibchen zeigen in ihrer Elytrenbreite, Thoraxlänge und Thoraxbreite etwas höhere absolute Maße als die Männchen, dagegen sind alle Beine und die Fühler durchschnittlich kürzer. Auch bei dieser größeren Art überschneiden sich nur die Werte für die Fühlerlängen nicht.

Die Variabilität in der Größe der weiblichen Tiere ist ähnlich wie bei den Männchen. Bei *Cerambyx scopolii* erscheint zwischen der Größengruppe der kleinsten und der größten Weibchen (Spalte 1) eine Differenz von 6 mm. Das kleinste Tier in dem mir zur Verfügung stehenden Material maß 12,5 mm, das größte 20,3 mm (Elytrenlänge!). Hier beträgt also die Differenz nahezu 8 mm. Bei *Cerambyx cerdo* erscheint in der Tabelle eine Differenz von beinahe 9 mm, die individuellen Größenextreme differieren sogar um fast 14 mm (kleinstes ♀ mit 22,2 mm, größtes mit 35,9 mm Elytrenlänge).

Beim Vergleich der Durchschnittswerte zeigt sich bei den Weibchen, daß hier beide Arten größenmäßig eine gleichmäßige Verteilung aufweisen. Eine Verschiebung des Gipfels — wie sie für die Männchen von *Cerambyx cerdo* deutlich war — ist für die Weibchen nicht nachweisbar.

Tabelle 2. Die absoluten Werte der ausgemessenen Körperabschnitte bei den Weibchen der untersuchten Arten (in mm).

A. *Cerambyx scopolii*

(Jeweils Durchschnitte von 14—18 Individuen, nach der Elytrenlänge geordnet.)

Elytrenlänge	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite	Vorderbeinlänge	Mittelbeinlänge	Hinterbeinlänge	Fühlerlänge
1	2	3	4	5	6	7	8
13,4	5,2	3,6	4,5	11,8	13,1	16,5	22,5
14,4	5,6	4,0	4,8	12,4	14,2	17,7	23,7
15,1	5,8	4,1	5,1	13,3	14,9	18,9	25,1
15,4	6,1	4,2	5,4	13,8	15,2	19,4	26,0
16,0	6,3	4,3	5,5	14,1	15,3	19,7	26,4
16,4	6,4	4,5	5,7	14,6	16,1	20,4	27,5
16,9	6,7	4,7	5,8	14,9	16,6	21,0	28,1
17,2	6,8	4,7	5,8	15,0	16,8	21,1	28,1
17,9	7,1	5,0	6,1	15,4	17,6	22,4	29,5
18,6	7,4	5,1	6,4	15,9	18,0	22,9	29,8
19,4	7,8	5,2	6,7	17,0	19,0	24,1	31,2
Durchschnitt							
16,4	6,5	4,5	5,7	14,4	16,1	20,4	27,1

B. *Cerambyx cerdo*

(Jeweils Durchschnitte von 9—10 Individuen, nach der Elytrenlänge geordnet.)

Elytrenlänge	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite	Vorderbeinlänge	Mittelbeinlänge	Hinterbeinlänge	Fühlerlänge
1	2	3	4	5	6	7	8
26,00	10,30	6,90	9,12	23,03	26,10	32,11	38,51
29,70	11,73	7,69	10,14	26,44	30,27	36,41	44,18
30,84	12,14	7,92	10,57	27,71	31,79	37,73	45,83
31,35	12,41	7,96	10,57	28,03	31,90	38,00	46,83
31,95	12,79	8,07	10,89	28,49	32,86	39,04	47,36
32,77	13,44	8,26	11,48	28,66	33,17	39,56	47,72
33,25	13,36	8,17	11,21	28,73	33,03	39,51	46,90
34,67	13,77	8,51	11,46	30,87	35,65	42,26	50,15
Durchschnitt							
31,32	12,49	7,94	10,68	27,75	31,85	38,08	45,94

Die Korrelationskoeffizienten für die einzelnen ausgemessenen Körperteile bei den Weibchen sind folgende:

	Cerambyx scopolii		*Cerambyx cerdo*	
Elytrenbreite	$\alpha = 1{,}05$	AW 46,5°	$\alpha = 1{,}05$	AW 46,5°
Thoraxbreite	$\alpha = 1{,}11$	AW 48,0°	$\alpha = 0{,}87$	AW 41,0°
Thoraxlänge	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°	$\alpha = 0{,}70$	AW 35,0°
Vorderbeinlänge	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°
Mittelbeinlänge	$\alpha = 1{,}05$	AW 46,5°	$\alpha = 1{,}05$	AW 46,5°
Hinterbeinlänge	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°	$\alpha = 1{,}00$	AW 45,0°
Fühlerlänge	$\alpha = 0{,}88$	AW 41,5°	$\alpha = 0{,}88$	AW 41,5°

(AW = Anstiegswinkel der Allometriegeraden)

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß die Allometrieverhältnisse bei den Weibchen der beiden Arten ganz anders sind als bei den Männchen.

Positiv allometrisch wachsen bei den Weibchen von *scopolii* nur die Elytrenbreite, die Thoraxbreite und die Mittelbeinlänge. Thoraxlänge, Vorder- und Hinterbeinlänge nehmen isometrisch zu, während die Fühlerlänge sehr deutlich negativ allometrisch wächst. Die Allometriekoeffizienten der Weibchen von *cerdo* sind für die meisten ausgemessenen Körperteile die gleichen wie bei *scopolii*, deutlich unterschiedlich verhält sich jedoch der Thorax in beiden Maßen (und das kommt auch in der Abknickung der Wert-Folgen in Abb. 2 zum Ausdruck), seine Breite und seine Länge wächst stark negativ allometrisch.

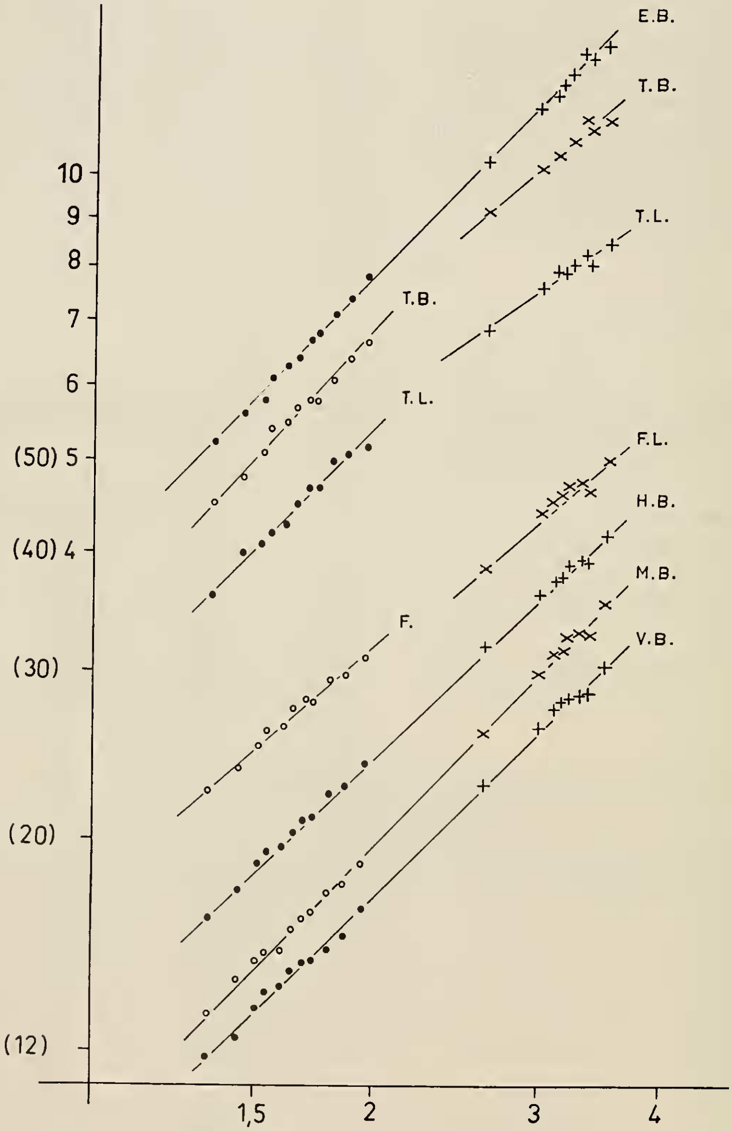


Abb. 2. Die verschiedenen Körperteile der ♀♀ von *Cerambyx scopolii* und *Cerambyx cerdo* als Funktion der Elytrenlänge aufgetragen.
Erklärung: wie Abb. 1; zusätzlich: T.L. Thoraxlänge.

Wie aus der Abb. 2 weiterhin hervorgeht, werden bei gemeinsamer Betrachtung beider Arten die Allometrien einiger Körperteile der kleineren Art von der größeren direkt fortgesetzt. Dies gilt für die Elytrenbreite sowie für alle 3 Beinpaare. Der Allometriekoeffizient für die Fühler ist zwar der gleiche, aber die Geraden sind gegeneinander versetzt. In der Thoraxlänge und -breite ist — wie schon erwähnt — keine Übereinstimmung der Allometrien bei den Weibchen gegeben.

Die Befunde an Männchen und Weibchen sind insofern recht auffallend, als in beiden Geschlechtern zwar einige Allometrien gleichmäßig fortgesetzt werden, mit Ausnahme der Elytrenbreite und der Hinterbeinlänge, aber bei anderen Organen (bei den ♂♂: Thoraxbreite, Thoraxlänge und Fühlerlänge; bei den ♀♀: Vorder- und Mittelbeinlänge).

Wenn auch — wie aus der Abb. 2 hervorgeht — die Allometrien bei den Weibchen deutlich erkennbar sind, zeigt sich doch eine gewisse Schwankung der Einzelwerte um die eingezeichneten Allometriegeraden, und zwar noch etwas stärker als bei den Männchen, besonders bei *Cerambyx cerdo*. Dies ist auch auf eine individuelle Schwankung in den absoluten Werten der Einzeltiere bei gleicher Körpergröße (Elytrenlänge) zurückzuführen. Von jeder der beiden Arten seien dazu wieder 2 Beispiele gebracht:

Cerambyx scopolii:

Fühlerlänge 23,0 mm / 27,2 mm } bei 15,0 mm Elytrenlänge

oder

Fühlerlänge 26,7 mm / 30,2 mm } bei 17,2 mm Elytrenlänge

Die Fühlerlängendifferenzen betragen hier also 4,2 bzw. 3,5 mm bei Tieren mit gleichlangen Elytren.

Cerambyx cerdo:

Fühlerlänge 42,6 mm / 49,3 mm } bei 31,3 mm Elytrenlänge

oder

Fühlerlänge 43,1 mm / 50,4 mm } bei 33,1 mm Elytrenlänge

Hier betragen die Differenzen 7,3 bzw. 6,7 mm. Ähnlich wie bei den Männchen sind auch bei den Weibchen der größeren Art die individuellen Differenzen größer. Allgemein sind bei den Weibchen die Differenzen aber nur etwa $^1/_2$ so groß wie bei den Männchen. Dem entspricht aber auch etwa, daß die weiblichen Fühler ebenfalls nur ungefähr $^1/_2$ so groß sind wie die männlichen Fühler.

Die Stärke der individuellen Differenzen richtet sich offenbar nicht so sehr nach der absoluten Größe der Tiere (Elytrenlänge), sondern vielmehr nach der absoluten Länge der Organe, in dem aufgezeigten Fall also nach der absoluten Fühlerlänge. Dies zu beweisen ist natürlich nicht ohne weiteres möglich, da es dem Zufall überlassen bleibt, welche Extremwerte man von einer Größengruppe jeweils im Material vorliegen hatte. Um einen gewissen Ausgleich zu erreichen, habe ich für jedes Geschlecht der beiden Arten den Durchschnitt der 4 angegebenen Fühlerlängenmaße genommen und ebenso den Durchschnitt der sich daraus ergebenden Differenzen. Dann ergibt sich:

Absolute Fühlerlänge	Individuelle Differenz	bei
26,8 mm	3,9 mm	♀♀ von *C. scopolii*
35,6 mm	4,9 mm	♂♂ von *C. scopolii*
46,4 mm	7,0 mm	♀♀ von *C. cerdo*
81,0 mm	14,5 mm	♂♂ von *C. cerdo*

Die Parallelität individueller Differenzen und absoluter Organgröße weist darauf hin, daß der Spielraum, den die Allometrie zuläßt, mitbestimmt wird von der absoluten Größe des Organs, wobei wieder an kompensatorische Erscheinungen zu denken ist. Die individuelle Größenfixierung des Organs dürfte recht komplexer Natur sein. Sicher erfolgt eine erbliche Festlegung der Größe des Organs bei seiner Ausbildung. Auch die Allometrien sind wohl erblich fixiert. Dieses erbliche Gefüge läßt aber noch einen gewissen Spielraum zu, so daß die schwer faßbare Materialkompensation sowie Umgebungsfaktoren (vgl. meine *Acanthocinus*-Arbeit) recht erhebliche individuelle Unterschiede zustandekommen lassen können.

III. Die Parallelität in der individuellen Variabilität verschiedener Körperteile

Bei *Acanthocinus aedilis* (Harde 1957) konnte ich nachweisen, daß in der individuellen Variabilität verschiedener Körperteile eine gewisse parallellaufende, gleichgerichtete Tendenz erkennbar ist, das heißt daß Tiere, die entsprechend ihrer Elytrenlänge übermäßig lange Fühler haben, auch extrem lange Beine besitzen, Individuen mit relativ zu kurzen Fühlern auch „zu kurze" Beine. In den folgenden Tabellen 3 A bis 3 D ist von beiden Geschlechtern beider Arten jeweils eine Gruppe von Tieren mit gleichlangen Elytren herausgegriffen worden und bei jedem Individuum die prozentuelle Abweichung jedes Maßes vom Durchschnittswert angegeben. Die Anordnung erfolgte jeweils nach der Stärke der Fühlerlängenabweichung.

Tabelle 3. Prozentuelle Abweichungen der Einzelwerte vom Durchschnittswert (geordnet nach Fühlerabweichung).

A. Bei 29 ♂♂ von *Cerambyx scopolii* gleicher Elytrenlänge (Elytrenlänge = 15,1 mm).

Tier Nr.	Fühler	Beine: Vorderbein	Beine: Mittelbein	Beine: Hinterbein	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite
	1	2	3	4	5	6	7
132	+ 7,3	+ 2,5	+ 7,7	+ 11,7	+ 2,4	— 1,2	+ 7,0
95	+ 7,0	+ 2,1	+ 1,8	?	+ 6,2	+ 8,4	+ 3,1
148	+ 6,9	+ 1,8	+ 4,0	+ 4,4	+ 0,7	+ 6,0	+ 1,2
44	+ 6,2	+ 1,8	+ 5,5	+ 1,8	+ 2,4	+ 1,2	+ 7,0
43	+ 5,0	+ 3,9	+ 6,7	+ 3,9	+ 10,9	— 1,2	+ 7,0
82	+ 3,8	+ 0,5	— 4,9	0	+ 0,7	— 1,2	— 2,7
168	+ 3,5	+ 0,1	+ 2,5	?	— 1,0	— 1,2	+ 7,0
4	+ 2,6	+ 0,1	+ 1,8	+ 1,8	— 1,0	— 1,2	— 2,7
114	+ 1,7	— 1,9	+ 0,6	+ 1,0	+ 0,7	+ 1,2	— 2,7
167	+ 1,4	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,3	— 1,0	— 1,2	— 0,8
1	+ 1,4	— 3,6	— 4,6	— 4,3	— 1,0	+ 3,6	— 6,6
152	+ 1,0	— 1,6	+ 0,3	— 0,7	— 1,0	— 1,2	— 2,7
155	+ 0,3	— 1,6	0	— 2,4	+ 0,7	— 1,2	— 2,7
170	+ 0,2	— 6,3	— 7,1	— 0,7	— 2,7	+ 1,2	+ 1,2
13	— 0,2	— 0,9	— 3,4	— 1,9	+ 2,4	— 1,2	— 6,6
112	— 0,6	0	— 2,8	+ 1,3	— 1,0	+ 1,2	+ 5,1
126	— 0,9	+ 0,8	+ 2,8	+ 3,9	— 1,0	— 3,6	+ 1,2
73	— 1,1	+ 0,5	— 0,9	+ 0,8	+ 0,7	+ 8,4	— 0,8
63	— 1,2	+ 2,6	+ 3,4	+ 5,1	+ 0,7	— 1,2	+ 3,1
104	— 1,4	+ 1,2	— 1,5	— 0,7	+ 0,7	— 1,2	— 4,7
149	— 2,1	+ 0,8	0	0	— 4,4	— 1,2	— 0,8
128	— 3,3	— 2,2	— 8,0	— 1,9	— 4,4	— 3,6	— 4,7
117	— 3,3	+ 0,8	+ 1,8	— 0,4	— 2,7	— 3,6	— 4,7
162	— 3,7	+ 2,5	+ 3,7	— 0,2	— 4,4	— 1,2	— 4,7
36	— 4,8	— 0,9	— 1,8	— 4.3	+ 2,4	— 3,6	— 2,7
87	— 5,4	— 0,5	— 4,9	— 3,4	— 2,7	— 1,2	— 2,7
52	— 6,9	— 0,9	— 3,7	— 3,1	+ 2,4	+ 1,2	+ 1,2
5	— 7,1	— 2,6	— 4,9	— 2,6	+ 2,4	+ 1,2	+ 9,0
130	— 10,0	— 6,3	— 7,1	— 4,8	+ 2,4	+ 1,2	— 0,8

B. Bei 11 ♂♂ von *Cerambyx cerdo* gleicher Elytrenlänge (Elytrenlänge = 31,0 mm).

Tier Nr.	Fühler	Beine			Elytren-breite	Thorax-länge	Thorax-breite
		Vorderbein	Mittelbein	Hinterbein			
	1	2	3	4	5	6	7
138	+ 8,17	+ 1,38	+ 1,73	— 0,21	+ 1,25	— 3,89	— 5,68
11	+ 1,98	?	+ 5,86	+ 4,81	— 2,82	+ 4,62	— 1,10
170	+ 1,26	+ 1,86	+ 2,01	— 0,91	+ 3,45	+ 7,05	+ 6,22
135	+ 1,14	+ 0,74	+ 1,04	+ 0,73	— 0,47	— 1,46	+ 0,73
187	+ 0,85	+ 0,74	— 0,05	— 0,56	+ 0,31	— 0,24	— 0,18
188	+ 0,67	+ 0,74	+ 0,08	+ 0,14	— 2,82	— 0,24	— 1,10
142	+ 0,43	+ 1,54	— 1,70	— 0,21	+ 3,45	— 1,46	+ 6,22
186	— 1,00	+ 1,54	— 2,94	— 0,91	+ 1,89	+ 0,97	+ 0,73
139	— 1,36	— 1,67	— 0,05	— 0,21	+ 0,31	— 2,67	— 2,02
17	— 2,91	— 1,51	— 0,19	— 0,09	— 4,39	— 1,46	— 5,68
176	— 9,32	— 5,20	— 3,08	— 2,43	+ 0,31	— 1,46	+ 1,65

C. Bei 22 ♀♀ von *Cerambyx scopolii* gleicher Elytrenlänge (Elytrenlänge = 17,1 mm).

Tier Nr.	Fühler	Beine			Elytren-breite	Thorax-länge	Thorax-breite
		Vorderbein	Mittelbein	Hinterbein			
	1	2	3	4	5	6	7
35	+ 6,9	+ 0,9	+ 2,4	+ 2,9	+ 0,9	+ 3,6	0
74	+ 4,6	+ 0,3	+ 1,5	?	— 2,1	— 2,8	+ 1,7
153	+ 4,3	+ 0,6	+ 2,1	+ 1,9	+ 3,9	+ 3,6	+ 1,7
143	+ 4,3	— 0,4	— 0,8	+ 0,5	+ 2,4	+ 1,5	+ 3,5
102	+ 3,0	+ 0,3	— 1,1	0	+ 0,9	+ 3,6	0
157	+ 2,8	+ 1,6	+ 4,2	+ 3,1	+ 2,4	+ 1,5	— 1,7
63	+ 1,8	+ 1,3	+ 3,3	+ 0,7	+ 2,4	— 0,6	0
123	+ 1,4	— 0,4	— 0,5	+ 2,1	— 0,6	+ 1,5	+ 1,7
97	+ 1,1	0	— 2,6	— 1,2	— 0,6	— 0,6	+ 1,7
24	+ 0,9	— 0,4	— 0,5	— 2,8	+ 2,4	+ 3,6	+ 3,5
137	+ 0,4	0	— 0 ,2	— 1,2	— 0,6	— 0,6	— 1,7
117	0	+ 0,6	+ 3,0	+ 3,3	— 2,1	— 2,8	— 1,7
75	— 0,7	+ 0,3	+ 0,7	0	+ 0,9	— 4,9	0
69	— 1,1	— 3,1	— 3,2	— 2,4	— 5,0	— 7,0	0
163	— 1,8	?	+ 1,8	?	— 3,6	— 4,9	— 1,7
116	— 1,8	+ 0,3	— 2,9	0	+ 0,9	+ 3,6	— 1,7
136	— 3,0	+ 0,3	+ 0,9	— 0,7	— 2,1	+ 3,6	+ 1,7
107	— 3,4	0	— 1,1	+ 0,9	— 2,1	+ 3,6	0
78	— 4,3	— 1,4	— 2,0	— 3,1	+ 0,9	— 0,6	— 3,5
18	— 5,3	+ 0,6	+ 2,4	+ 2,9	+ 2,4	— 2,8	— 1,7
29	— 6,0	— 0,7	— 3,9	— 2,9	+ 0,9	+ 3,6	+ 1,7
28	— 6,9	0	— 3,5	— 4,8	— 3,6	— 7,0	— 3,5

D. Bei 10 ♀♀ von *Cerambyx cerdo* gleicher Elytrenlänge (Elytrenlänge = 31,0 mm).

Tier Nr.	Fühler	Beine			Elytren-breite	Thorax-länge	Thorax-breite
		Vorderbein	Mittelbein	Hinterbein			
	1	2	3	4	5	6	7
19	+ 5,27	+ 3,22	+ 2,62	+ 2,91	+ 3,92	+ 2,67	— 1,14
20	+ 4,06	+ 3,04	+ 5,47	+ 3,70	+ 0,65	+ 2,67	+ 3,61
134	+ 0,88	+ 0,51	— 0,54	0	+ 0,65	— 1,14	— 2,09
115	+ 0,66	— 0,22	— 1,48	— 1,09	+ 3,11	— 1,14	+ 0,76
140	0	— 0,76	+ 0,73	— 0,96	— 1,80	+ 0,13	+ 2,66
2	— 0,22	+ 0,69	+ 3,41	+ 3,70	— 1,80	+ 2,67	— 2,09
119	— 0,88	— 0,58	— 1,81	— 1,22	+ 0,65	+ 0,13	+ 0,76
30	— 1,43	— 3,11	— 4,65	—4,95	+ 0,65	+ 1,39	— 1,14
116	— 3,07	0	— 1,64	— 0,69	+ 0,65	+ 0,13	+ 1,71
206	— 5,26	— 3,11	— 2,27	— 1,36	— 6,71	— 7,48	— 3,04

Diese Tabellen lassen erkennen, daß im allgemeinen bei positiver Abweichung der Fühlermaße eine ebensolche bei allen 3 Beinpaaren auftritt und bei negativer Fühlervariation die Abweichungen der Extremitäten ebenfalls negativ sind (Spalte 1—4). Bei den Einzelindividuen herrscht zwar keine völlige Parallelität, aber auch bei den beiden hier untersuchten *Cerambyx*-Arten läßt sich — wie bei *Acanthocinus* (Harde 1957) — als Regel ansehen, daß bei Beinen und Antennen eine gleichgerichtete individuelle Variabilität vorliegt. Abweichungen von dieser Regel sind bei den Weibchen von *Cerambyx scopolii* am größten.

Entsprechend meinen Befunden an *Acanthocinus* (Harde 1957) folgen auch bei den *Cerambyx*-Arten die Elytrenbreite, die Thoraxlänge und die Thoraxbreite dieser Regel anscheinend nicht. Es muß aber auch hier wieder darauf hingewiesen werden, daß diese Maße absolut verhältnismäßig klein sind, relativ wenig variieren und daß sich Meßfehler dadurch besonders stark auswirken.

Um derartige störende Einflüsse auf das allgemeine Gesamtbild möglichst zu mindern, faßte ich jeweils mehrere Tiere zusammen und berechnete den Durchschnitt der Abweichungen. Außer den in der Tabelle 3 aufgenommenen Tieren wurden dabei noch weitere Größengruppen mit anderen Elytrenlängen herangezogen.

Tabelle 4. Prozentuelle Abweichungen der Einzelwerte vom Durchschnittswert bei den Männchen jeweils gleicher Elytrenlänge. Jeder Wert: Durchschnitt von mehreren Individuen. (Geordnet nach der Fühlerabweichung.)

Individuenanzahl	Fühler	Beine: Vorderbein	Beine: Mittelbein	Beine: Hinterbein	Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite
	1	2	3	4	5	6	7
A. *Cerambyx scopolii*							
Elytrenlänge 15,1 mm							
7	+ 5,7	+ 1,8	+ 3,3	+ 4,4	+ 3,2	+ 1,5	+ 4,2
7	+ 1,2	— 2,0	— 1,2	— 0,7	— 0,8	+ 0,2	— 2,4
8	— 1,4	+ 0,4	— 1,3	+ 0,8	— 0,8	— 0,3	— 1,0
7	— 5,9	— 1,1	— 2,4	— 2,7	0	— 0,9	— 0,8
Elytrenlänge 14,0 mm							
5	+ 4,8	+ 2,9	+ 1,5	+ 3,4	— 0,6	+ 0,1	+ 0,4
6	+ 0,6	— 0,5	— 0,2	+ 0,5	— 1,7	— 0,6	— 0,4
6	— 1,5	— 0,2	— 0,2	— 1,5	+ 1,2	0	+ 0,7
5	— 4,2	— 2,0	— 1,3	— 1,4	+ 0,9	— 0,7	— 0,4
Elytrenlänge 16,1 mm							
6	+ 4,9	+ 1,2	+ 1,6	+ 1,6	+ 1,2	+ 2,8	+ 2,5
6	+ 1,8	0	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,7	— 0,1	+ 2,8
6	— 1,2	0	— 0,2	+ 0,3	— 0,4	+ 0,6	— 1,1
6	— 3,9	— 0,9	— 2,0	— 4,1	— 1,5	— 2,8	— 3,2
B. *Cerambyx cerdo*							
Elytrenlänge 31,0 mm							
3	+ 3,8	+ 1,6	+ 3,2	+ 1,2	+ 0,6	+ 2,6	— 0,2
3	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,1	— 1,0	— 0,7	— 0,2
3	— 0,6	+ 0,5	— 1,6	— 0,4	+ 1,9	— 1,1	+ 1,6
2	— 6,1	— 3,4	— 1,6	— 1,3	— 2,0	— 1,5	— 1,3
Elytrenlänge 32,2 mm							
3	+ 6,1	+ 2,4	+ 2,4	+ 2,5	+ 1,5	+ 2,0	+ 0,7
3	— 0,2	— 0,1	+ 0,4	+ 0,8	+ 0,8	— 0,8	+ 2,7
3	— 5,9	— 2,4	— 2,8	— 3,2	— 2,6	— 1,2	— 3,1

Die Tabellen 4 und 5 zeigen nun solche Zusammenfassungen. Die Verschiedenheit in der Individuenzahl jeder Gruppe resultiert aus dem Material, das mir zu den Untersuchungen zur Verfügung stand, konnten doch zu diesen Auswertungen jeweils nur Tiere gleicher Körpergröße (Elytrenlänge) herangezogen werden.

Wenn wir die Tabelle 4, aus der die Verhältnisse bei den Männchen beider Arten ersichtlich sind, genauer ansehen, so stellen wir fest, daß die Parallelität der Abweichungen zwischen Fühlern und allen 3 Beinpaaren sehr deutlich zum Ausdruck kommt (Spalte 1—4). Entsprechend dem Gefälle von positiver zu negativer Abweichung bei den Fühlern in jeder Gruppe gleicher Elytrenlänge (hiernach erfolgte ja die Anordnung), nehmen auch in den allermeisten Fällen (in 11 von 15) die Abweichungen der Beine ab. Unregelmäßigkeiten erscheinen bei *Cerambyx scopolii*, und zwar bei der Elytrenlänge von 15,1 mm: Vorder- und Hinterbein, sowie bei der Elytrenlänge von 14,0 mm ebenfalls im Vorderbein (hier sind aber nur die beiden Mittelgruppen geringfügig „vertauscht") und im Hinterbein (hier sind die Werte der beiden letzten Gruppen „vertauscht": — 1,5 und — 1,4). Die Abweichungen treten also nur bei der kleinen Art *scopolii* auf, bei der großen Art *cerdo* nicht. Dies und die Geringfügigkeit der Abweichungen lassen durchaus den Schluß zu, daß allgemein die individuellen Abweichungen in der Länge von Fühlern und Extremitäten parallel auftreten.

Anders scheint es bei der Elytrenbreite, der Thoraxlänge und der Thoraxbreite zu sein (Spalte 5—7). Bei der hier gegebenen Zusammenfassung jeweils mehrerer Tiere wird die parallele Tendenz der Abweichungen nur in wenigen Fällen deutlich. Dabei möchte ich aber auf folgende Punkte hinweisen:

1. Die Zahl der Tiere in jeder Gruppe ist verhältnismäßig klein.
2. Die absoluten Maße von Elytrenbreite, Thoraxlänge und Thoraxbreite der beiden Arten sind recht gering (besonders bei *C. scopolii)*, vgl. Tab. 1.
3. Parallele Abweichungen liegen bei *C. cerdo* in 3 Fällen vor, bei *C. scopolii* nur in einem!

Auf Grund dieser Punkte möchte ich die Nicht-Übereinstimmung der Parallelität in den 3 angegebenen Maßen nicht als Beweis dafür ansehen, daß in der Regel tatsächlich keine Parallelität besteht. Die absoluten Unterschiede in diesen Maßen sind so gering, die prozentuell berechnete Differenz (schon bei 0,1 mm) dadurch so hoch, daß das wirkliche Bild durch kleinste Meßfehler verwischt werden kann.

Die Tabelle 5 zeigt Zusammenstellungen in gleicher Art für die Weibchen der beiden Arten. Hier liegen die Verhältnisse prinzipiell ähnlich wie bei den Männchen. Besonders deutlich kommen die Parallelitäten bei *Cerambyx cerdo* zum Ausdruck, aber auch in den Fällen, in denen die Parallelität keine vollkommene ist, gruppieren sich die +- und —-Abweichungen meist entsprechend der Fühlerlängenabweichungen. In einem Fall läuft allerdings die Tendenz gerade umgekehrt: bei der Elytrenbreite von *Cerambyx scopolii* in der Gruppe mit einer Elytrenbreite von 16,2 mm:

Fühler ↓	Elytrenbreite ↑
+ 5,2	— 0,6
+ 0,2	— 0,6
— 1,3	— 0,3
— 3,7	+ 0,9

Auch dies halte ich nicht für ein Gegenargument der Regel allgemeiner paralleler Abweichungen in den Körpermaßen, denn eine absolute Abweichung in der Elytrenbreite von nur 0,1 mm entspricht dem Prozentwert von 0,6!

Ich glaube, daß es berechtigt ist, auf Grund der Untersuchungen an den beiden *Cerambyx*-Arten den Schluß zu ziehen, daß die parallelen individuellen Abweichungen in den Körpermaßen als Regel anzusehen sind.

Tabelle 5. Prozentuelle Abweichungen der Einzelwerte vom Durchschnittswert bei den Weibchen jeweils gleicher Elytrenlänge. Jeder Wert: Durchschnitt von mehreren Individuen. (Geordnet nach der Fühlerabweichung.)

Individuenanzahl	Fühler	Beine			Elytrenbreite	Thoraxlänge	Thoraxbreite
		Vorderbein	Mittelbein	Hinterbein			
	1	2	3	4	5	6	7
			A. *Cerambyx scopolii*				
			Elytrenlänge 17,1 mm				
5	+ 4,6	+ 0,3	+ 0,8	+ 1,3	+ 1,2	+ 1,9	+ 1,4
6	+ 1,4	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,8	+ 1,2
6	— 1,4	— 0,4	0	0	— 1,8	— 2,1	— 0,6
5	— 5,2	— 0,3	— 1,6	— 1,4	— 0,3	— 0,6	— 1,4
			Elytrenlänge 16,2 mm				
5	+ 5,2	+ 1,8	+ 2,3	+ 2,0	— 0,6	0	+ 1,8
5	+ 0,2	0	— 1,3	+ 0,3	— 0,6	+ 1,4	— 0,4
5	— 1,3	— 0,8	— 0,5	— 2,0	— 0,3	— 4,1	+ 0,4
5	— 3,7	+ 0,3	— 1,4	— 1,1	+ 0,9	+ 0,4	+ 1,4
			B. *Cerambyx cerdo*				
			Elytrenlänge 31,0 mm				
3	+ 3,4	+ 2,3	+ 2,5	+ 2,2	+ 1,7	+ 1,4	+ 0,1
4	— 0,1	— 0,2	+ 0,2	+ 0,1	0	+ 0,5	+ 0,5
3	— 3,3	— 2,1	— 2,9	— 2,3	— 1,8	— 2,0	— 0,8
			Elytrenlänge 33,1 mm				
3	+ 3,6	+ 2,1	+ 2,1	+ 1,5	+ 1,6	+ 1,6	+ 3,8
3	— 0,2	— 0,6	— 0,7	— 0,3	+ 0,3	— 0,9	— 0,8
3	— 3,4	— 1,7	— 1,4	— 1,2	— 2,9	— 0,9	— 2,9

IV. Proportionsunterschiede innerhalb der Körperteile

In den vorhergehenden Kapiteln wurden die Allometrien der einzelnen Körperteile zur Köipergröße behandelt. Es fragte sich nun, inwieweit innerhalb der Organe noch Proportionsverschiebungen nachweisbar sind, das heißt ob die einzelnen Fühlerglieder und die Beinglieder in verschiedenem Maße an der Gesamtvergrößerung des Organs beteiligt sind.

1. Korrelationen der einzelnen Fühlerglieder zum Gesamtfühler

Männchen und Weibchen der beiden Arten müssen hier wieder getrennt besprochen werden, da sich erhebliche sexuelle Differenzen bemerkbar machen.

a) Die Verhältnisse bei den Männchen

In der Tabelle 6 sind — nach der Gesamtfühlerlänge geordnet — die absoluten Längen der einzelnen Glieder zusammengestellt. Außerdem ist unter der Tabelle jeweils die prozentuale Längenzunahme jedes Gliedes — bezogen auf das entsprechende Glied beim kürzesten Fühler als Ausgangsgröße — angegeben.

Letzterer Wert zeigt, daß die einzelnen Glieder nicht gleichmäßig an der Fühlerlängenzunahme beteiligt sind. Allgemein nimmt bei beiden Arten die prozentuale Längenzunahme vom 1. zum 11. Glied hin zu. (Völlig aus dem Rahmen fällt dabei das 2. Glied von *Cerambyx scopolii*, doch kann das seinen Grund in der absolut sehr geringen Größe haben, wodurch Meßfehler kleinsten Ausmaßes sich enorm auswir-

Tabelle 6. Die absoluten Längen der einzelnen Fühlerglieder bei den Männchen der untersuchten Arten (in mm).

A. *Cerambyx scopolii*

(Jeweils Durchschnitte von 12—15 Individuen, nach der Fühlerlänge geordnet.)

Fühler-länge total	Längen der einzelnen Fühlerglieder										
	Glied 1	Glied 2	Glied 3	Glied 4	Glied 5	Glied 6	Glied 7	Glied 8	Glied 9	Glied 10	Glied 11
25,65	1,99	0,31	2,05	1,87	2,30	2,97	3,18	2,93	2,70	2,19	3,11
28,15	2,05	0,35	2,17	2,01	2,69	3,33	3,59	3,13	2,98	2,45	3,43
29,25	2,13	0,37	2,25	2,03	2,69	3,40	3,71	3,26	3,05	2,65	3,75
30,25	2,16	0,42	2,39	2,10	2,82	3,53	3,85	3,38	3,12	2,71	3,78
31,52	2,21	0,40	2,40	2,18	2,94	3,73	3,98	3,65	3,30	2,85	3,87
32,70	2,28	0,41	2,55	2,24	3,00	3,84	4,04	3,81	3,42	2,99	4,11
33,60	2,39	0,42	2,61	2,33	3,07	3,96	4,13	3,92	3,54	3,02	4,20
34,50	2,47	0,48	2,66	2,36	3,08	3,99	4,25	3,97	3,66	3,08	4,43
35,72	2,60	0,49	2,77	2,43	3,22	4,10	4,39	4,03	3,84	3,15	4,70
36,58	2,67	0,49	2,76	2,49	3,41	4,29	4,62	4,11	3,95	3,22	4,68
37,95	2,75	0,52	2,79	2,50	3,33	4,38	4,81	4,31	4,04	3,55	4,98
39,32	2,86	0,54	2,87	2,62	3,62	4,61	4,93	4,43	4,12	3,63	5,10
42,55	2,99	0,59	3,01	2,77	3,80	4,89	5,26	4,89	4,62	4,03	5,75
	Prozentueller Anstieg										
65,8	49,8	90,5	46,6	47,9	64,9	64,4	65,4	66,7	70,9	84,0	84,8

B. *Cerambyx cerdo*

(Jeweils Durchschnitte von 10 Individuen, nach der Fühlerlänge geordnet.)

Fühler-länge total	Längen der einzelnen Fühlerglieder										
	Glied 1	Glied 2	Glied 3	Glied 4	Glied 5	Glied 6	Glied 7	Glied 8	Glied 9	Glied 10	Glied 11
57,09	3,98	0,97	3,66	3,72	4,09	6,27	6,72	6,67	6,31	5,91	8,69
64,98	4,47	1,06	4,11	4,12	4,61	7,18	7,65	7,50	7,23	6,86	10,24
72,55	4,94	1,15	4,44	4,71	5,20	7,87	8,51	8,45	8,06	7,70	11,56
77,88	5,10	1,17	4,67	4,81	5,59	8,53	9,19	9,18	8,73	8,36	12,49
83,02	5,36	1,28	4,95	5,26	6,16	9,08	9,93	9,88	9,25	8,82	12,94
84,92	5,32	1,28	4,95	5,16	6,03	9,17	9,99	10,05	9,65	9,25	14,06
88,65	5,57	1,36	5,06	5,33	6,18	9,64	10,58	10,70	10,16	9,71	14,30
94,71	5,81	1,39	5,21	5,58	6,48	10,13	11,26	11,49	11,02	10,50	15,86
	Prozentueller Anstieg										
65,9	46,0	43,3	42,3	50,0	58,4	61,6	67,6	72,3	74,6	77,7	82,5

ken können.) Ganz besonders deutlich ist die kontinuierlich stärkere Beteiligung der Einzelglieder distalwärts, bei den letzten Gliedern. Diese zunehmend stärkere Beteiligung an der Gesamtvergrößerung des Fühlers von proximal nach distal ist unabhängig von der absoluten Größe der einzelnen Glieder. Bei *Cerambyx scopolii*, und zwar bei der Gruppe mit kleinster Fühlerlänge (25,65 mm), ist z. B. das 10. Glied kleiner (2,19 mm) als das 9. Glied (2,70 mm) und dieses wieder kleiner als das 8. Glied (2,93 mm). Der prozentuelle Anstieg folgt nun nicht der absoluten Größe, sondern der Reihenfolge von proximal nach distal. Genau so ist es bei *Cerambyx cerdo:* Bei kleinster Fühlerlänge (57,09 mm) ist das 10. Glied 5,91 mm, das 9. Glied 6,31 mm, das 8. Glied 6,67 mm und das 7. Glied 6,72 mm, der prozentuelle Anstieg erfolgt aber umgekehrt vom 7. zum 10. Glied hin.

Im Fühler ist also eine von proximal nach distal zunehmende Wachstumsintensität vorhanden, die von der absoluten Länge der Einzelglieder unabhängig ist.

Diese verschieden starke Beteiligung an der Gesamtvergrößerung des Fühlers kommt auch darin zum Ausdruck, daß mit zunehmender Fühlerlänge bei *Cerambyx scopolii* die Glieder 1—7 (2. ausgenommen) relativ weniger, die Glieder 8—11 dagegen stärker zunehmen als die Gesamtfühlerlänge. Bei *Cerambyx cerdo* nehmen 1.—6. Glied weniger, 7.—11. Glied stärker zu. Ähnlich waren auch meine Befunde an *Acanthocinus aedilis* (Harde 1957).

Die ermittelten Allometriekoeffizienten der einzelnen Fühlerglieder zur Vergrößerung des Gesamtfühlers waren folgende:

	C. scopolii	*C. cerdo*
1. Glied	0,84	0,75
3. Glied	0,78	0,74
4. Glied	0,67	0,85
5. Glied	0,90	0,97
6. Glied	0,93	0,97
7. Glied	0,93	1,00
8. Glied	1,02	1,11
9. Glied	1,02	1,11
10. Glied	1,19	1,19
11. Glied	1,24	1,24

Diese Zusammenstellung zeigt, daß die Allometriekoeffizienten bei den beiden Arten zumeist nicht gleich sind. Nur im 10. und 11. Glied sind sie identisch, hier werden sie auch — wie man zeichnerisch leicht feststellen kann — gleichgerichtet fortgesetzt. Dieses Ergebnis ist insofern erstaunlich, als die Allometrie der ganzen Fühler zur Elytrenlänge nicht nur identisch ist, sondern auch kontinuierlich durchläuft (vgl. Abb. 1).

b) Die Verhältnisse bei den Weibchen

Wie aus der Tabelle 7 hervorgeht, liegen die Verhältnisse bei den Weibchen ganz anders als bei den Männchen. Den stärksten prozentuellen Anstieg zeigt bei beiden Arten das 5. Fühlerglied. Unverkennbar ist dann die Tendenz (bei *cerdo* noch deut-

Tabelle 7. Die absoluten Längen der einzelnen Fühlerglieder bei den Weibchen der untersuchten Arten (in mm).

A. *Cerambyx scopolii*

(Jeweils Durchschnitte von 11—15 Individuen, nach der Fühlerlänge geordnet.)

Fühlerlänge total	Längen der einzelnen Fühlerglieder										
	Glied 1	Glied 2	Glied 3	Glied 4	Glied 5	Glied 6	Glied 7	Glied 8	Glied 9	Glied 10	Glied 11
22,20	2,01	0,32	2,03	1,81	2,12	2,78	2,88	2,40	2,12	1,80	1,96
23,52	2,05	0,37	2,21	1,91	2,28	2,93	3,00	2,63	2,26	1,94	1,99
24,72	2,11	0,38	2,32	1,99	2,49	3,06	3,17	2,84	2,36	1,98	2,08
25,70	2,27	0,40	2,37	2,03	2,70	3,16	3,28	2,93	2,44	2,00	2,13
26,22	2,23	0,39	2,49	2,03	2,64	3,22	3,37	2,97	2,57	2,04	2,31
26,70	2,34	0,44	2,53	2,05	2,84	3,36	3,38	2,94	2,51	2,04	2,25
27,10	2,36	0,46	2,55	2,10	2,82	3,30	3,47	2,99	2,62	2,08	2,28
27,71	2,42	0,47	2,62	2,13	2,88	3,42	3,64	3,03	2,77	2,07	2,27
28,21	2,58	0,49	2,72	2,19	2,89	3,49	3,59	3,04	2,77	2,10	2,36
28,66	2,61	0,48	2,71	2,23	2,94	3,55	3,72	3,06	2,85	2,13	2,39
29,30	2,63	0,52	2,75	2,25	2,96	3,64	3,82	3,15	2,95	2,20	2,45
30,22	2,79	0,49	2,81	2,36	3,12	3,83	3,96	3,26	2,98	2,18	2,45
31,40	2,90	0,57	2,93	2,52	3,24	3,93	4,00	3,40	2,99	2,35	2,64
Prozentueller Anstieg											
41,4	44,0	78,8	44,2	39,0	53,0	41,3	38,7	41,7	40,8	30,3	34,5

B. *Cerambyx cerdo*
(Jeweils Durchschnitte von 9—10 Individuen, nach der Fühlerlänge geordnet.)

Fühlerlänge total	Längen der einzelnen Fühlerglieder										
	Glied 1	Glied 2	Glied 3	Glied 4	Glied 5	Glied 6	Glied 7	Glied 8	Glied 9	Glied 10	Glied 11
38,18	3,72	0,93	3,38	2,97	3,29	4,67	4,61	4,27	3,80	3,26	3,23
43,20	4,18	1,00	3,84	3,42	3,88	5,39	5,27	4,88	4,11	3,60	3,61
45,13	4,46	1,04	3,95	3,61	3,99	5,58	5,41	4,97	4,39	3,84	3,87
46,44	4,51	1,07	3,98	3,67	4,11	5,90	5,79	5,11	4,53	3,90	3,85
47,11	4,64	1,10	4,06	3,82	4,15	5,93	5,82	5,15	4,71	3,91	3,83
47,79	4,80	1,12	4,14	3,88	4,23	5,92	5,86	5,16	4,77	3,97	3,87
49,10	4,87	1,14	4,11	3,82	4,42	6,11	5,97	5,31	4,90	4,16	4,14
50,53	4,96	1,18	4,49	4,03	4,59	6,24	6,10	5,60	5,03	4,18	4,10
Prozentueller Anstieg											
32,3	33,3	16,1	32,8	35,7	39,5	33,6	32,3	31,1	32,4	28,2	26,9

licher als bei *scopolii*) der Abnahme des prozentuellen Anstiegs in den einzelnen Gliedern nach distal und proximal. — Das 2. Fühlerglied fällt bei beiden Arten wieder aus dem Rahmen.

2. Korrelationen der einzelnen Beinglieder zur Länge des jeweiligen ganzen Beines

Aus Platzmangel muß darauf verzichtet werden, die umfangreichen Tabellen der absoluten Längen der einzelnen Beinglieder bei den beiden untersuchten Arten zu bringen. Es ist dies auch insofern gut vertretbar, als — im Gegensatz zu den bisher behandelten Maßen — die Verhältnisse bei den 3 Beinpaaren innerhalb der Arten, zwischen den Geschlechtern und zwischen beiden Arten weitgehend übereinstimmen.

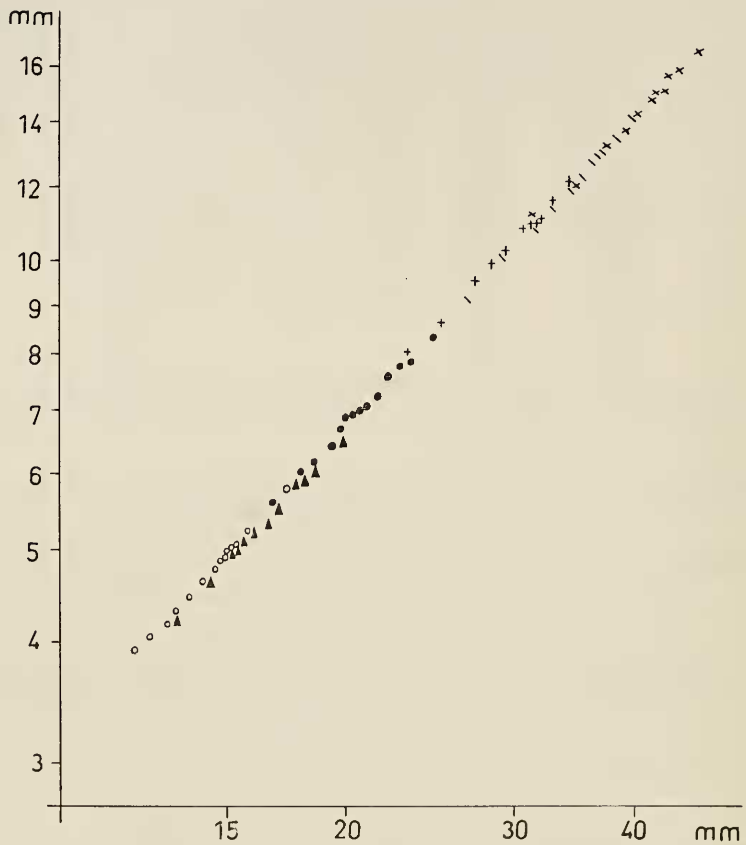
Es zeigte sich zunächst, daß die einzelnen Beinglieder (Femur, Tibia und Tarsus) bei einer Längenzunahme des jeweiligen Beines nicht gleichmäßig an der Vergrößerung beteiligt sind. Genau so wie bei *Acanthocinus aedilis* (Harde 1957) nimmt die relative Länge der Tibia stärker zu als die Länge des Gesamtbeins, und zwar bei allen 3 Beinpaaren beider Geschlechter und beider Arten ohne Ausnahme. Demgegenüber ist die Beteiligung von Femur und Tarsus an einer Gesamtvergrößerung im allgemeinen relativ geringer, bezogen auf die Gesamtlängenzunahme.

Besonders interessant sind die Allometrieverhältnisse der einzelnen Beinglieder zum jeweiligen ganzen Bein. Als Beispiel sei die Tibia bei den Männchen herausgegriffen.

In der Abb. 3 ist doppelt logarithmisch die Länge der Tibien (Ordinate) zur Länge des jeweiligen ganzen Beines (Abszisse) eingetragen. Die verschiedenen Zeichen betreffen die Tibienlängen von Vorder-, Mittel- und Hinterbein der *Cerambyx scopolii* ♂♂ sowie der *Cerambyx cerdo* ♂♂. Alle diese Werte (jeder entspricht dem Durchschnitt von 10—13 Tieren bei *C. scopolii* und von 7 Tieren bei *C. cerdo*) liegen eindeutig auf einer einheitlichen Geraden. Würden die entsprechenden Werte, die für die Weibchen beider Arten ermittelt wurden, ebenfalls eingezeichnet sein, wäre ersichtlich, daß auch sie sich genau an diese Gerade halten. (Technisch war diese Eintragung nicht möglich, da das Bild dann infolge der verschiedenen Zeichen und des engen Zusammenliegens zu verwirrend geworden wäre.)

Dieser Befund ist sehr interessant, zeigt er doch, daß die Längenzunahme der Tibia — unabhängig von Geschlecht, von der Art und vom Beinpaar — allein nach der Länge des Gesamtbeins erfolgt. Genau so liegen die Verhältnisse bei Femur und Tarsus, nur daß bei diesen beiden Beingliedern der Allometriekoeffizient niedriger ist,

das heißt der Winkel der die einzelnen Werte in einer graphischen Darstellung verbindenden Geraden ist kleiner. Dies Ergebnis — gerade bei den Extremitäten — deutet sehr stark auf funktionelle Einflüsse hin.



o = Tibia des Vorderbeins von *C. scopolii*
▲ = Tibia des Mittelbeins von *C. scopolii*
● = Tibia des Hinterbeins von *C. scopolii*
+ = Tibia des Vorderbeins von *C. cerdo*
╲ = Tibia des Mittelbeins von *C. cerdo*
× = Tibia des Hinterbeins von *C. cerdo*

Abb. 3. Die Länge der Tibien bei den ♂♂ von *Cerambyx scopolii* und *Cerambyx cerdo* als Funktion der jeweiligen Länge des ganzen Beines aufgetragen.
Abszisse: absolute Beinlänge; Ordinate: absolute Tibialänge.
Logarithmische Koordinaten.

D. Kurze Zusammenfassung

Eine eingehende Diskussion der einzelnen Ergebnisse soll im Rahmen dieser Arbeit noch nicht gebracht werden. Sie ist einer zusammenfassenden Darstellung vorbehalten, in der auch verwandte große Arten von *Cerambyx* wie *carinatus, dux, miles, nodulosus, velutinus* berücksichtigt werden sollten. Das notwendige umfangreiche Material konnte bisher noch nicht beschafft werden.

Zusammenfassend möchte ich aber die wichtigsten Ergebnisse noch einmal kurz zusammenstellen:

Die generellen Verschiedenheiten in den Proportionen zwischen Körper und Organen entsprechen der absoluten Größe der Tiere und sind durch unterschiedliche Wachstumsallometrien bedingt. Innerartlich sind diese Allometrien zwischen den Geschlechtern beider Arten erheblich verschieden. Demgegenüber zeigt ein zwischenartlicher Vergleich bei gleichem Geschlecht größere Übereinstimmungen. Im männlichen Geschlecht ist dies besonders eindrucksvoll, denn alle Allometriekoeffizienten der größeren Art *cerdo* entsprechen denen der kleineren Art *scopolii;* ja, in den meisten Fällen wird die Allometrie entsprechend der Größe unmittelbar fortgesetzt. Dies gilt auch weitgehend für die Weibchen, allerdings macht hier der Thorax in beiden Maßen (Länge und Breite) eine Ausnahme, denn hierin sind die Koeffizienten bei den beiden Arten verschieden. Hinsichtlich der Körpermaße sind also die Männchen von *C. cerdo* nahezu nur „vergrößerte *Cerambyx scopolii*-Männchen". Bei den Weibchen machen sich dagegen artliche Sonderheiten stärker bemerkbar.

Die allgemein gültigen Allometrien schließen beträchtliche individuelle Abweichungen nicht aus. Diese zeigen aber insofern eine Regelhaftigkeit, als sie parallel verlaufen, das heißt Tiere, die ihrer Allometrie nach zu lange Fühler haben, sind auch in den anderen Maßen relativ groß — Tiere mit relativ zu kurzen Fühlern zeigen auch in den anderen Körpermaßen „zu niedrige" Werte. Es liegt also offenbar eine Koppelung vor, deren Ursache zu ergründen wäre.

Die untersuchten allometrischen Verhältnisse innerhalb der Körperteile (die einzelnen Fühler- und Beinglieder) ergaben ebenfalls eindeutige größenabhängige Allometrien. Hinsichtlich der Fühler erscheint es wieder von besonderer Bedeutung, daß die Allometrien zwischen den Geschlechtern einer Art erheblich mehr differieren als die interspezifischen Unterschiede bei gleichem Geschlecht.

Bei der Untersuchung der Beinglieder konnte ein besonders extremer Fall gleichgerichteter Allometrien nachgewiesen werden. Femur, Tibia und Tarsus zeigen jeweils zwar andere Allometrien (Tibia positive, Femur und Tarsus negative), erstaunlich ist aber, daß diese Allometrien jedes Gliedes ausschließlich von der Größe des Beines abhängig sind; weder die Lage des Beines am Körper (Vorder-, Mittel- oder Hinterbein) ,noch das Geschlecht (♂ oder ♀), noch die Artzugehörigkeit *(cerdo* oder *scopolii)* haben einen verändernden Einfluß.

Anschrift des Verfassers: Dr. Karl Wilhelm Harde, Stuttgart O, Archivstraße 4